

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-040512

(43)Date of publication of application : 12.02.1999

(51)Int.Cl.

H01L 21/265

H01L 27/12

(21)Application number : 09-211323

(71)Applicant : KOMATSU DENSHI KINZOKU KK

(22)Date of filing : 22.07.1997

(72)Inventor : SAITO MINA

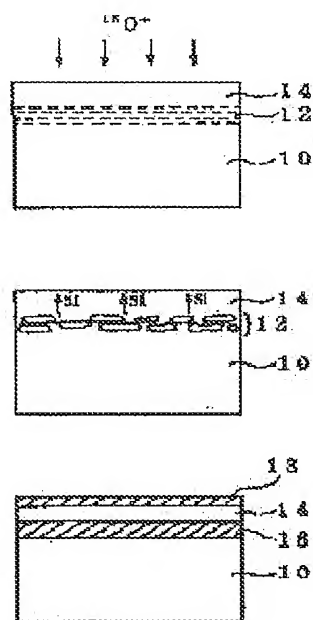
JAROSLOW JAVRONSKY

ANDO MASAHIKO

MIYAMURA KEIJI

KATAYAMA TATSUHIKO

(54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR SUBSTRATE



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce a transition density present at a surface silicon layer of an SIMOX substrate, by performing annealing in a reducing atmosphere when an implanted oxygen atom reacts with a silicon to produce SiO₂.

SOLUTION: An oxygen ion ¹⁶O⁺ is implanted to a single-crystal silicon substrate 10 by a specified depth using an ion implantation device. Thus, a high-concentration oxygen ion implantation layer 12 is formed. Here, the amount of implanted oxygen ion is less than 5 × 10¹⁷/cm². While an oxygen in the high-concentration ion implantation layer 12 implanted in a first process reacts with a silicon to produce SiO₂, thermal treatment is performed in a reducing atmosphere. After such ion implantation like this, when a low-temperature anneal process for thermal treatment in such reducing atmosphere as hydrogen at an early stage of thermal

treatment formed by the SiO₂ is ended, normal anneal process is performed. A crystal is stabilized with the anneal process, and the high-concentration oxygen ion implantation layer changes to an embedded oxide film 16.

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]A manufacturing method of a semiconductor substrate characterized by carrying out annealing in reducing atmosphere when an oxygen atom poured in in a manufacturing method of a semiconductor substrate which forms an embedded oxide film reacts to silicon and serves as SiO_2 by annealing of oxygen ion implantation and after that.

[Claim 2]In a manufacturing method of a semiconductor substrate which forms an embedded oxide film by annealing of oxygen ion implantation and after that, A manufacturing method of a semiconductor substrate continuing annealing in an inert gas atmosphere which carries out annealing in reducing atmosphere and contains oxygen after that when a poured-in oxygen atom reacts to silicon and serves as SiO_2 .

[Claim 3]A manufacturing method of the semiconductor substrate according to claim 1 or 2, wherein annealing by said reducing atmosphere is hydrogen annealing.

[Claim 4]A manufacturing method of the semiconductor substrate according to claim 1 or 2 performing annealing by said reducing atmosphere at less than 1250 **.

[Claim 5]In a manufacturing method of a semiconductor substrate which forms an embedded oxide film by annealing of oxygen ion implantation and after that, A manufacturing method of a semiconductor substrate carrying out said annealing by low-temperature heat treatment in reducing atmosphere performed immediately after oxygen ion implantation, and high temperature heat treatment in inactive gas of oxygen content following this.

[Claim 6]A manufacturing method of the semiconductor substrate according to claim 5 performing said low-temperature heat treatment at less than 1250 **, and performing high temperature heat treatment above 1300 **.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to a suitable manufacturing method to manufacture the SIMOX substrate which starts the manufacturing method of a semiconductor substrate, especially forms an embedded oxide film by oxygen ion implantation into a silicon substrate.

[0002]

[Description of the Prior Art]Although the SOI (Silicon-On-Insulator) structure which generally forms on an insulator the single crystal silicon layer in which an element is formed is ideal, One of the art which forms the insulator layer of SiO_2 in a single crystal silicon substrate has SIMOX (Separation-by-IMplanted

Oxygen). A SIMOX substrate injects high-concentration oxygen ion ($^{18}\text{O}^+$) into a single crystal silicon substrate, and forms a high-concentration-oxygen ion implantation layer in the predetermined depth in said substrate. Said high-concentration-oxygen ion implantation layer is changed to an embedded oxide film, i.e., the insulator layer of SiO_2 , by annealing this in the atmosphere of oxygen/argon at the temperature of 1100–1350 °C for several hours. Such a SIMOX substrate has an advantage which can be used as the active region layer of uniform thickness without carrying out polishing work of the surface single crystal silicon layer like a lamination wafer.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]By the way, although oxygen ion implantation is performed to a single crystal silicon substrate as mentioned above and the rearrangement which exists in an active silicon layer affects the characteristic of devices produced there, such as joint leakage, and reliability in the SIMOX substrate which forms this embedded oxide film in a substrate by subsequent annealing. In the conventional manufacturing method, in the annealing initial stage or the temperature rising step, when the poured-in oxygen atom reacted to silicon and became SiO_2 , the silicon between lattices remained to the active silicon layer, this formed the stacking fault, and the problem which is transposed was in annealing.

[0004]Drawing 2 is the conventional manufacturing method, pours in high-concentration oxygen ion ($^{18}\text{O}^+$) to the single crystal silicon substrate 1, and forms the high-concentration-oxygen ion implantation layer 2 in the predetermined depth in said substrate (the figure (1)), Said high-concentration-oxygen ion implantation layer 2 is changed to the embedded oxide film 3, i.e., the insulator layer of SiO_2 , by annealing this in the atmosphere of oxygen/argon at the temperature of 1100–1350 °C for several hours (the figure (2)). SOI layer 4 is formed on the embedded oxide film 3, and this serves as an active silicon layer. the interface part of the embedded oxide film 3 is grown up in high-temperature-oxidation atmosphere after that, thick film-ization is attained, and it is made to adjust embedded ***** of a silicon pipe (the figure (3))

[0005]However, although the superfluous silicon between lattices by which it is generated when the poured-in oxygen atom reacts to silicon and serves as SiO_2 is diffused through SOI layer 4, The SiO_2 layer 5, i.e., an annealing oxide film, is formed in an outermost surface part of the oxygen contained in gas in the case of annealing treatment (the figure (2)). Such silicon between lattices will be confined in SOI layer 4, will form a stacking fault in a SOI layer, and will shift to a rearrangement finally.

[0006]An object of especially this invention is to provide the manufacturing method of the semiconductor substrate which can realize reduction of the dislocation density which exists in the surface silicon layer of a SIMOX substrate.

[0007]

[Means for Solving the Problem]To achieve the above objects, a manufacturing method of a semiconductor substrate concerning this invention, When a poured-in oxygen atom reacts to silicon and serves as SiO_2 in a manufacturing method of a semiconductor substrate which forms an embedded oxide film by annealing of oxygen ion implantation and after that, it is characterized by carrying out annealing in reducing atmosphere. A reaction with silicon of a poured-in oxygen atom, i.e., generating of silicon between lattices, occurs in a stage in early stages of annealing. If annealing treatment in inside of reducing atmosphere is continued too much, an embedded oxide film decomposes and the early purpose cannot be attained. For this reason, don't set annealing by the reducing atmosphere concerned as a long time.

[0008]In a manufacturing method of a semiconductor substrate which forms an embedded oxide film in the 2nd by annealing of oxygen ion implantation and after that, When a poured-in oxygen atom reacts to silicon and serves as SiO_2 , annealing is carried out in reducing atmosphere, and it is characterized by continuing annealing after that in an inert gas atmosphere containing oxygen. It can be stabilized and a formation operation of a continuous embedded oxide film by oxygen supplement in an oxygen-ion-implantation layer can be made to perform by this, where silicon between lattices is spread from an oxygen-ion-implantation layer. What is necessary is just to make switching timing of annealing in inside of said reducing atmosphere, and annealing in inside of oxygen content inactive gas correspond to time until a poured-in oxygen atom reacts to silicon and serves as SiO_2 . What is necessary is for timing checked experientially actually just to determine this.

[0009]The annealing by said reducing atmosphere should just use hydrogen gas in these cases, and what is necessary is just to constitute annealing by said reducing atmosphere so that it may carry out at less than 1250 **. Above 1250 **, a SOI layer formed since the surface is etched will become thin, and it will be ruined. In a case where it furthermore pours in with a low dose (below $5 \times 10^{17} \text{cm}^{-2}$), oxygen ion disappears and an embedded oxide film is no longer formed.

[0010]In a manufacturing method of a semiconductor substrate in which this invention forms an embedded oxide film by annealing of oxygen ion implantation and after that, Said annealing can be considered as composition carried out by low-temperature heat treatment in reducing atmosphere performed immediately after oxygen ion implantation, and high temperature heat treatment in inactive gas of oxygen content following this. In this case, what is necessary is to perform said low-temperature heat treatment at less than 1250 **, and just to perform high temperature heat treatment above 1300 **.

[0011]

[Embodiment of the Invention]The concrete embodiment of the manufacturing method of the semiconductor substrate concerning this invention is described in detail with reference to drawings below.

[0012]The manufacturing method of the SOI substrate of this invention is performed as follows. First, it heat-treats in the reducing atmosphere of hydrogen gas etc. until the oxygen which performed the ion implantation of oxygen in the predetermined depth in a silicon substrate, then was introduced into the inside of a wafer by the ion implantation reacts to silicon thoroughly and serves as SiO_2 . Then, general heat treatment is performed and an embedded oxide film [****] is made to form.

[0013]It is the explanatory view showing drawing 1 this concrete composition and in which showing the flow of a SIMOX substrate manufacturing process by the typical partial section of a substrate. The 1st process is oxygen ion implantation, and it injects oxygen ion $^{16}\text{O}^+$ into the single crystal silicon substrate 10 at the predetermined depth using ion implantation equipment as shown in drawing 1 (1). The high-concentration-oxygen ion implantation layer 12 is formed of this. In this case, in order to avoid the increase of dislocation density and the fall of the destructive field strength of an embedded oxide film in the silicon single crystal layer 14 by the side of the surface from the high-concentration-oxygen ion implantation layer 12 concerned, less than $5 \times 10^{17}/\text{cm}^2$ carry out the amount of oxygen ion implantation.

[0014]Although the 2nd process is annealing treatment, this comprises two processes, low-temperature annealing and high temperature annealing, further. The 1st low-temperature annealing makes the inside of a furnace full of 100% hydrogen gas as reducing atmosphere, and heat-treats below low temperature from the

usual annealing temperature as shown in drawing 1 (2) **. That is, while oxygen in the high-concentration-oxygen ion implantation layer 12 poured in and formed at the 1st previous process reacts to silicon and serves as SiO_2 , it heat-treats by reducing atmosphere. In this processing process, it is in the state where an oxide film does not exist in the surface of the silicon substrate 10, and the silicon between lattices emitted by the reaction with the silicon of oxygen poured in by this can be spread to the surface. Therefore, it is sufficient for this low-temperature-hot-water matter annealing to perform only between until pouring oxygen becomes SiO_2 by the high-concentration-oxygen ion implantation layer 12.

[0015]After the low-temperature annealing process which heat-treats in atmosphere, such as hydrogen which has a reducing action in the initial stage of heat treatment which SiO_2 forms after such an ion implantation, is completed, the usual annealing treatment as shown in drawing 1 (2) ** is performed. This puts in a silicon substrate in the furnace of the argon gas atmosphere of 0.5% oxygen tension, carries out temperature up to the temperature of 1350 **, and is performed. Stabilization of a crystal is performed by this annealing treatment and a high-concentration-oxygen ion implantation layer changes to the embedded oxide film 16. 18 is an annealing oxide film.

[0016]The 3rd process is high temperature oxidation and heats the single crystal silicon substrate 10 in the temperature requirement of not less than 1300 ** and less than melting point temperature for several hours. Although thick film-ization is accepted at less than not less than 1150 ** melting point temperature, in order to perform thick film-ization in practical time, the temperature of high temperature oxidation of not less than 1300 ** is desirable. O_2 gas concentration at this time shall exceed 1%, and shall maintain it at within the limits up to 100%. The embedded oxide film increment 20 is formed on the embedded oxide film 16 which this process has by thick film-ization of the embedded oxide film 16, and was formed by said annealing process. 22 is the surface oxide film which increased by said high temperature oxidation.

[0017]In such a manufacturing process, in the heat treatment process by annealing, the superfluous silicon between lattices emitted when the poured-in oxygen atom reacted to silicon and became SiO_2 will generate a stacking fault in a heat treatment initial process, and will usually be transposed during heat treatment then. However, in this embodiment, an oxide film does not exist in the silicon substrate 10 surface in the case of low-temperature annealing by the bottom of the reducing atmosphere immediately after pouring of oxygen ion. For this reason, the silicon between lattices emitted when the poured-in oxygen atom reacted to silicon can be easily diffused to a substrate face, and can control generating of the stacking fault in the early stages of heat treatment. That is, since the wafer surface is maintained at the state where an oxide film does not exist while pouring oxygen serves as SiO_2 , formation of the rearrangement resulting from the silicon between lattices can be controlled. Therefore, the silicon between lattices with a superfluous surface silicon layer can be decreased by introducing the process of heat-treating in atmosphere, such as hydrogen which has a reducing action in the initial stage of heat treatment which SiO_2 after an ion implantation forms, and, as a result, dislocation density can be made low.

[0018]

[Example]

<Example 1> 1. oxygen ion implantation: The oxygen ion of injection-rate $3.0 \times 10^{17} \text{cm}^{-2}$ was injected into the single crystal silicon substrate by accelerating energy 180KeV, and the high-concentration-oxygen ion implantation layer was formed in the predetermined depth.

2. Hydrogen annealing : annealing temperature was 1200 ** and was heat-treated for 5 minutes.
3. High temperature annealing : annealing temperature was 1350 **, it heat-treated for 4 hours in the argon atmosphere containing 0.5% of oxygen, and the embedded oxide film was formed.
4. High temperature oxidation : oxygen temperature was 1350 ** and 3 time processings were carried out in the argon atmosphere containing 70% of oxygen.

[0019]<The comparison conventional example 1> 1. oxygen ion implantation: The oxygen ion of injection-rate $3.0 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ was injected into the single crystal silicon substrate by accelerating energy 180KeV, and the high-concentration-oxygen ion implantation layer was formed in the predetermined depth.

2. Annealing : annealing temperature was 1350 **, among the argon atmosphere containing 0.5% of oxygen, it carried out for 4 hours and the embedded oxide film was formed.

3. High temperature oxidation : oxidizing temperature was 1350 ** and 3 time processings were carried out in the argon atmosphere containing 70% of oxygen.

[0020]<Example 2> 1. oxygen ion implantation: The oxygen ion of injection-rate $3.5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ was injected into the single crystal silicon substrate by accelerating energy 180KeV, and the high-concentration-oxygen ion implantation layer was formed in the predetermined depth.

2. Hydrogen annealing : annealing temperature was 1200 ** and was heat-treated for 5 minutes.

3. High temperature annealing : annealing temperature was 1350 **, it heat-treated for 4 hours in the argon atmosphere containing 0.5% of oxygen, and the embedded oxide film was formed.

4. High temperature oxidation : oxygen temperature was 1350 ** and 3 time processings were carried out in the argon atmosphere containing 70% of oxygen.

[0021]<The comparison conventional example 2> 1. oxygen ion implantation: The oxygen ion of injection-rate $3.5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ was injected into the single crystal silicon substrate by accelerating energy 180KeV, and the high-concentration-oxygen ion implantation layer was formed in the predetermined depth.

2. Annealing : annealing temperature was 1350 **, among the argon atmosphere containing 0.5% of oxygen, it carried out for 4 hours and the embedded oxide film was formed.

3. High temperature oxidation : oxidizing temperature was 1350 ** and 3 time processings were carried out in the argon atmosphere containing 70% of oxygen.

[0022]The result of the dislocation density of the surface silicon layer of the above Examples 1 and 2 and the comparison conventional examples 1 and 2 is shown in the following table.

[Table 1]

	従来法 H ₂ アニールなし	本実施例 H ₂ アニールあり
実施例 1	$> 3 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$	$3 \times 10^4 \text{ cm}^{-2}$
実施例 2	$2 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$	$3 \times 10^2 \text{ cm}^{-2}$

[0023]

[Effect of the Invention]Since it constituted according to the manufacturing method of the semiconductor substrate concerning this invention so that annealing might be carried out in reducing atmosphere until the

poured-in oxygen atom reacted to silicon and became SiO_2 as explained above. When becoming SiO_2 , the emitted superfluous silicon between lattices is diffused outside, and the effect that the dislocation density of the surface silicon layer of a silicon substrate can be reduced greatly is acquired.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a manufacturing process figure of the semiconductor substrate concerning this embodiment.

[Drawing 2] It is a manufacturing process figure of the conventional semiconductor substrate.

[Description of Notations]

10 Single crystal silicon substrate

12 High-concentration-oxygen ion implantation layer

14 Surface silicon single crystal layer

16 Embedded oxide film

18 Annealing oxide film

20 A part for an embedded oxide film increase film

22 Increase surface oxide film

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-40512

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月12日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 1 L 21/265
27/12

H 0 1 L 21/265
27/12
21/265

J

E

6 0 2 A

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-211323

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月22日

(71) 出願人 000184713

コマツ電子金属株式会社

神奈川県平塚市四之宮2612番地

(72) 発明者 斎藤 美奈

神奈川県平塚市四之宮2612番地 コマツ電子金属株式会社内

(72) 発明者 ジャロスロウ ジャブロンスキー

神奈川県平塚市四之宮2612番地 コマツ電子金属株式会社内

(72) 発明者 安藤 正彦

神奈川県平塚市四之宮2612番地 コマツ電子金属株式会社内

(74) 代理人 弁理士 村上 友一 (外1名)

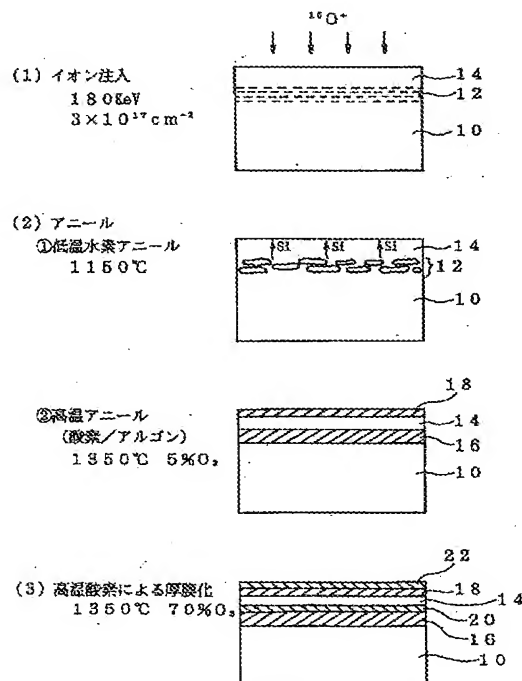
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体基板の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 S I M O X 基板の表面シリコン層に存在する転位欠陥密度を低減する。

【解決手段】 酸素イオン注入とその後のアニールによって埋込酸化膜を形成する半導体基板の製造法である。注入された酸素原子がシリコンと反応し S i O₂ となるまで還元雰囲気中でアニールを実施し、その後酸素を含む不活性ガス雰囲気中でアニールを継続する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 酸素イオン注入とその後のアニールによって埋込酸化膜を形成する半導体基板の製造法において、注入された酸素原子がシリコンと反応し SiO_2 となる時に、還元雰囲気中でアニールを実施することを特徴とする半導体基板の製造方法。

【請求項 2】 酸素イオン注入とその後のアニールによって埋込酸化膜を形成する半導体基板の製造法において、注入された酸素原子がシリコンと反応し SiO_2 となる時に、還元雰囲気中でアニールを実施し、その後酸素を含む不活性ガス雰囲気中でアニールを継続することを特徴とする半導体基板の製造方法。

【請求項 3】 前記還元雰囲気によるアニールは水素アニールであることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の半導体基板の製造方法。

【請求項 4】 前記還元雰囲気によるアニールは 1250°C 未満で行うことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の半導体基板の製造方法。

【請求項 5】 酸素イオン注入とその後のアニールによって埋込酸化膜を形成する半導体基板の製造法において、前記アニールは酸素イオン注入直後に行われる還元雰囲気中での低温熱処理と、これに続く酸素含有の不活性ガス中における高温熱処理とにより実施することを特徴とする半導体基板の製造方法。

【請求項 6】 前記低温熱処理は 1250°C 未満で行い、高温熱処理は 1300°C 以上で行うことを特徴とする請求項 5 に記載の半導体基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は半導体基板の製造方法に係り、特にシリコン基板中に埋込酸化膜を酸素イオン注入により形成する SIMOX 基板を製造するのに好適な製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に、素子が形成される単結晶シリコン層を絶縁体上に形成する SOI (Silicon-On-Insulator) 構造が理想的であるとされているが、単結晶シリコン基板に SiO_2 の絶縁膜を形成する技術の一つに SIMOX (Separation-by-Implanted Oxygen) がある。SIMOX 基板は、単結晶シリコン基板に高濃度の酸素イオン ($^{16}\text{O}^+$) を注入して前記基板内の所定の深さに高濃度酸素イオン注入層を形成し、これを $1100\sim 1350^\circ\text{C}$ の温度で酸素/アルゴンの雰囲気中で数時間アニールすることによって前記高濃度酸素イオン注入層を埋込酸化膜すなわち SiO_2 の絶縁膜に変化させるものである。このような SIMOX 基板は、貼り合わせウェーハのように表面の単結晶シリコン層を研磨加工せず、均一な厚さの活性領域層とすることができる利点がある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上記のよう

に単結晶シリコン基板に酸素イオン注入を行い、その後のアニールにより該基板中に埋込酸化膜を形成する SIMOX 基板においては、活性シリコン層に存在する転位は接合リーク等、そこに作製したデバイスの特性、及び信頼性に影響を与えるが、従来の製造方法では、アニール初期段階あるいは昇温工程において、注入された酸素原子がシリコンと反応し SiO_2 となる時に格子間シリコンが活性シリコン層に残留し、これが積層欠陥を形成し、アニール中に転位となってしまう問題があった。

【0004】 図 2 は従来の製造方法であり、単結晶シリコン基板 1 に対して高濃度の酸素イオン ($^{16}\text{O}^+$) を注入して前記基板内の所定の深さに高濃度酸素イオン注入層 2 を形成し (同図 (1))、これを $1100\sim 1350^\circ\text{C}$ の温度で酸素/アルゴンの雰囲気中で数時間アニールすることによって前記高濃度酸素イオン注入層 2 を埋込酸化膜 3 すなわち SiO_2 の絶縁膜に変化させ (同図 (2))。埋込酸化膜 3 の上に SOI 層 4 が形成されて、これが活性シリコン層となる。その後に高温酸化雰囲気中にて埋込酸化膜 3 の界面部を成長させて厚膜化を図り、シリコンパイプの埋込や界面ラフネスの調整を行うようにしている (同図 (3))

【0005】 ところが、注入された酸素原子がシリコンと反応し SiO_2 となる時に発生する過剰な格子間シリコンは SOI 層 4 を経て拡散するが、アニール処理の際にガス中に含まれる酸素によって最表面部に SiO_2 層すなわちアニール酸化膜 5 が形成される (同図 (2))。このような格子間シリコンは SOI 層 4 に閉じ込められ、SOI 層に積層欠陥を形成し、ついには転位に移行してしまう。

【0006】 本発明は特に SIMOX 基板の表面シリコン層に存在する転位密度の低減を実現することのできる半導体基板の製造方法を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、本発明に係る半導体基板の製造方法は、酸素イオン注入とその後のアニールによって埋込酸化膜を形成する半導体基板の製造法において、注入された酸素原子がシリコンと反応し SiO_2 となる時に還元雰囲気中でアニールを実施することを特徴としている。注入された酸素原子のシリコンとの反応、すなわち格子間シリコンの発生はアニール初期の段階で起こる。また、還元雰囲気中でのアニール処理を継続し過ぎると埋込酸化膜が分解してしまい初期の目的を達成できない。このため、当該還元雰囲気によるアニールは長時間に設定してはならない。

【0008】 また、第 2 には酸素イオン注入とその後のアニールによって埋込酸化膜を形成する半導体基板の製造法において、注入された酸素原子がシリコンと反応し SiO_2 となる時に還元雰囲気中でアニールを実施し、

その後、酸素を含む不活性ガス雰囲気中でアニールを継続することを特徴としている。これによって格子間シリコンが酸素イオン注入層から拡散した状態で酸素イオン注入層への酸素補充による連続した埋込酸化膜の形成作用を安定して行わせることができる。前記還元雰囲気中でのアニールと酸素含有不活性ガス中でのアニールの切替タイミングは注入された酸素原子がシリコンと反応し SiO_2 となるまでの時間に対応させればよい。これは現実的には経験的に確認されたタイミングにより決定すればよい。

【0009】これらの場合において、前記還元雰囲気によるアニールは水素ガスを用いればよく、また、前記還元雰囲気によるアニールは 1250°C 未満で行うように構成すればよい。 1250°C 以上では表面がエッチングされるため形成する SOI 層は薄くなり、また表面は荒れてしまう。さらに低ドーズ量 ($5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ 以下) で注入した場合は酸素イオンが消失して埋込酸化膜が形成されなくなる。

【0010】更に、本発明は、酸素イオン注入とその後のアニールによって埋込酸化膜を形成する半導体基板の製造法において、前記アニールは酸素イオン注入直後に行われる還元雰囲気中での低温熱処理と、これに続く酸素含有の不活性ガス中における高温熱処理とにより実施する構成とすることができる。この場合、前記低温熱処理は 1250°C 未満で行い、高温熱処理は 1300°C 以上で行うものとすればよい。

【0011】

【発明の実施の形態】以下に本発明に係る半導体基板の製造方法の具体的実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。

【0012】本発明の SOI 基板の製造法は次のようにして行う。まず、シリコン基板内の所定の深さに酸素のイオン注入を行い、続いて、イオン注入によりウェハ内部に導入された酸素が完全にシリコンと反応して SiO_2 となるまで、水素ガスなどの還元雰囲気中で熱処理を行う。その後、一般的な熱処理を行い連続な埋込酸化膜を形成させるのである。

【0013】この具体的構成を図1に示しており、 SIMOX 基板製造工程の流れを基板の模式的な部分断面によって示す説明図である。第1工程は酸素イオン注入で、図1(1)に示しているように、イオン注入装置を用いて単結晶シリコン基板10に酸素イオン $^{16}\text{O}^+$ を所定の深さに注入する。これによって高濃度酸素イオン注入層12が形成される。この場合、当該高濃度酸素イオン注入層12より表面側のシリコン単結晶層14における転位密度の増大や埋め込み酸化膜の破壊電界の強さの低下を回避するため、酸素イオン注入量を $5 \times 10^{17} / \text{cm}^2$ 未満とする。

【0014】第2工程はアニール処理であるが、これは更に低温アニールと高温アニールの2つの工程から構成

される。第1の低温アニールは、図1(2)①に示しているように、炉内を還元雰囲気としての100%水素ガスで充填させ、通常のアニール温度よりは低温下において熱処理を行うのである。すなわち、先の第1工程で注入され形成された高濃度酸素イオン注入層12における酸素がシリコンと反応して SiO_2 となる間、還元雰囲気中で熱処理を行うのである。この処理過程ではシリコン基板10の表面に酸化膜が存在しない状態であり、これにより注入された酸素のシリコンとの反応により放出された格子間シリコンが表面へ拡散できる。したがって、この低温水素アニールは注入酸素が高濃度酸素イオン注入層12にて SiO_2 になるまでの間だけ行うことで足りる。

【0015】このようなイオン注入後に、 SiO_2 が形成する熱処理の初期段階に還元作用のある水素等の雰囲気中で熱処理を行う低温アニール工程が終了した後は、図1(2)②に示しているような通常のアニール処理を行う。これは、0.5%酸素分圧のアルゴンガス雰囲気中の炉内にシリコン基板を入れ 1350°C の温度に昇温して行う。このアニール処理により結晶の安定化が行われ、高濃度酸素イオン注入層は埋込酸化膜16に変化する。18はアニール酸化膜である。

【0016】第3工程は高温酸化で、単結晶シリコン基板10を 1300°C 以上、融点温度未満の温度範囲で数時間加熱する。高温酸化は 1150°C 以上融点温度未満で厚膜化が認められるが、実用的な時間で厚膜化を行うためには 1300°C 以上の温度が望ましい。このときの O_2 ガス濃度は1%を超え、100%までの範囲内に保つものとする。この工程は埋込酸化膜16の厚膜化であり、前記アニール工程で形成された埋込酸化膜16の上に埋込酸化膜増加分20が形成される。22は前記高温酸化によって増加した表面酸化膜である。

【0017】このような製造工程において、アニールによる熱処理過程においては、通常では、注入した酸素原子がシリコンと反応し SiO_2 となる時に放出された過剰な格子間シリコンは、熱処理初期過程で積層欠陥を発生し、熱処理中に転位となってしまう。しかしながら、本実施の形態では、酸素イオンの注入直後における還元雰囲気下による低温アニールの際、シリコン基板10表面に酸化膜が存在しない。このため、注入された酸素原子がシリコンと反応する時に放出された格子間シリコンは基板表面へと容易に拡散でき、熱処理初期での積層欠陥の発生を抑制できる。つまり、注入酸素が SiO_2 となる間、ウェハ表面を酸化膜の存在しない状態に保っているため、格子間シリコンに起因する転位の形成は抑制できる。したがって、イオン注入後の SiO_2 が形成する熱処理の初期段階に、還元作用のある水素等の雰囲気中で熱処理を行う工程を導入することで表面シリコン層の過剰な格子間シリコンを減少させ、その結果転位密度を低くすることができるのである。

【0018】

【実施例】

〈実施例1〉

1. 酸素イオン注入：単結晶シリコン基板に加速エネルギー180KeVで注入量 $3.0 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ の酸素イオンを注入し、所定の深さに高濃度酸素イオン注入層を形成した。

2. 水素アニール：アニール温度を1200℃とし5分間熱処理した。

3. 高温アニール：アニール温度を1350℃とし、0.5%の酸素を含むアルゴン雰囲気中で4時間熱処理し、埋込酸化膜を形成した。

4. 高温酸化：酸素温度を1350℃とし、70%の酸素を含むアルゴン雰囲気中で3時間処理した。

【0019】〈比較従来例1〉

1. 酸素イオン注入：単結晶シリコン基板に加速エネルギー180KeVで注入量 $3.0 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ の酸素イオンを注入し、所定の深さに高濃度酸素イオン注入層を形成した。

2. アニール：アニール温度を1350℃とし、0.5%の酸素を含むアルゴン雰囲気中、4時間行い、埋込酸化膜を形成した。

3. 高温酸化：酸化温度を1350℃とし、70%の酸素を含むアルゴン雰囲気中で3時間処理した。

【0020】〈実施例2〉

	従来法 H ₂ アニールなし	本実施例 H ₂ アニールあり
実施例1	$>3 \times 10^5 \text{ cm}^{-2}$	$3 \times 10^4 \text{ cm}^{-2}$
実施例2	$2 \times 10^3 \text{ cm}^{-2}$	$3 \times 10^2 \text{ cm}^{-2}$

【0023】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明に係る半導体基板の製造方法によれば、注入された酸素原子がシリコンと反応しSiO₂となるまで還元雰囲気中でアニールを実施するように構成したので、SiO₂となる時に放出された過剰な格子間シリコンが外部に放散され、シリコン基板の表面シリコン層の転位密度を大きく低下させることができる効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施形態に係る半導体基板の製造工程図であ

1. 酸素イオン注入：単結晶シリコン基板に加速エネルギー180KeVで注入量 $3.5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ の酸素イオンを注入し、所定の深さに高濃度酸素イオン注入層を形成した。

2. 水素アニール：アニール温度を1200℃とし5分間熱処理した。

3. 高温アニール：アニール温度を1350℃とし、0.5%の酸素を含むアルゴン雰囲気中で4時間熱処理し、埋込酸化膜を形成した。

4. 高温酸化：酸素温度を1350℃とし、70%の酸素を含むアルゴン雰囲気中で3時間処理した。

【0021】〈比較従来例2〉

1. 酸素イオン注入：単結晶シリコン基板に加速エネルギー180KeVで注入量 $3.5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ の酸素イオンを注入し、所定の深さに高濃度酸素イオン注入層を形成した。

2. アニール：アニール温度を1350℃とし、0.5%の酸素を含むアルゴン雰囲気中、4時間行い、埋込酸化膜を形成した。

3. 高温酸化：酸化温度を1350℃とし、70%の酸素を含むアルゴン雰囲気中で3時間処理した。

【0022】以上の実施例1、2と比較従来例1、2の表面シリコン層の転位密度の結果を次表に示す。

【表1】

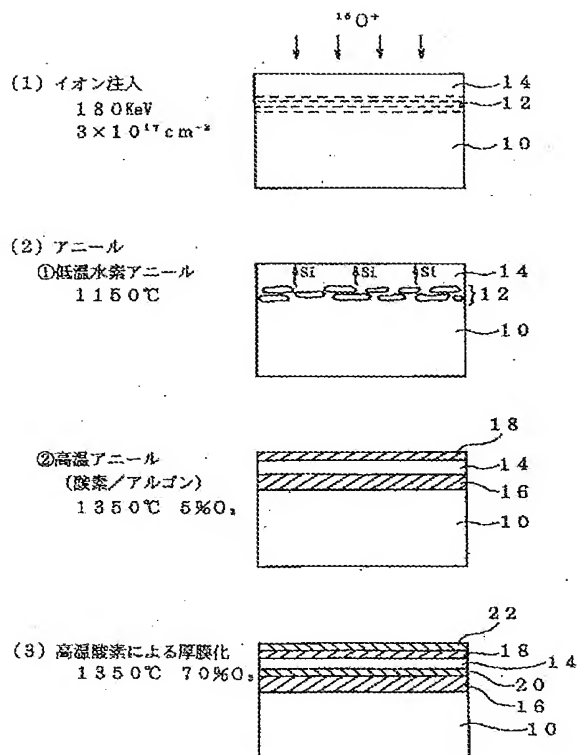
る。

【図2】従来の半導体基板の製造工程図である。

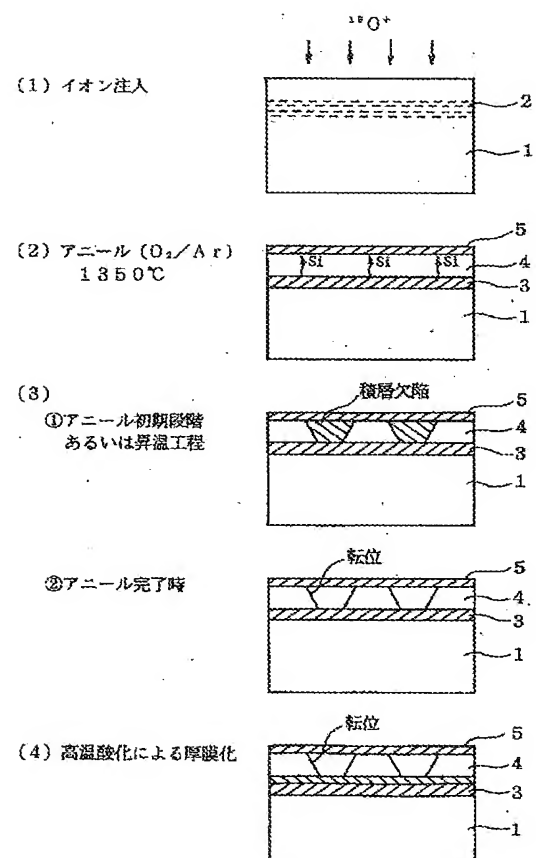
【符号の説明】

- 10 単結晶シリコン基板
- 12 高濃度酸素イオン注入層
- 14 表面シリコン単結晶層
- 16 埋込酸化膜
- 18 アニール酸化膜
- 20 埋込酸化膜増膜分
- 22 増加表面酸化膜

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 宮村 佳児
神奈川県平塚市四之宮2612番地 コマツ電
子金属株式会社内

(72)発明者 片山 達彦
神奈川県平塚市四之宮2612番地 コマツ電
子金属株式会社内